

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# METHOD FOR CONTINUOUSLY CASTING STEEL

Patent number: JP2000271710  
Publication date: 2000-10-03  
Inventor: HARADA HIROSHI, SASAI KATSUHIRO, FUJI TAKEHIKO, TSUBOTA TOSIYUKI  
Applicant: NIPPON STEEL CORP.  
Classification:  
- international: B22D11/10, B22D11/04, B22D11/16  
- european:  
Application number: JP19990079007, 19990324  
Priority number(s):

## Abstract of JP2000271710

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To restrain the invading depth of fine inclusion and gas bubble included in the spouted stream from a nozzle and to prevent the defect below the surface skin of a cast slab by acting a specified quantity of DC magnetic field to molten steel just after coming out from the spouting hole of the immersion nozzle and casting while forming the circular stream in the horizontal cross sectional plane with an electromagnetic stirring device at the upper part thereof.

**SOLUTION:** The DC magnetic field having  $\geq 0.1$  tesla is acted to the molten steel. Two molten steel spouting holes 13 of the immersion nozzle for forming spouted molten steel streams 2 diagonally downward toward short side walls of the cast slab, are arranged near the lower end part of the immersion nozzle 1. The electromagnetic stirring device 7 for forming the circular stream 10 in the arrow mark directions to the molten steel at the upper part in the mold 5, is disposed and at the lower part thereof, electric magnets for giving the DC magnetic field 6, in which the magnetic flux density distribution is almost uniformized in the width direction, to the spouted molten steel stream 2 just after coming out from the molten steel spouting holes 13 of the immersion nozzle, are arranged. In this way, the immersion of the gas bubble and the inclusion to the lower part of a pool are restrained with the DC magnetic field as less as possible, and the gas bubble and the inclusion are carried to the upper part of the pool and the stirring stream is formed near the molten steel surface and the capturing of the inclusion into the solidified shell is prevented.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-271710

(P2000-271710A)

(43) 公開日 平成12年10月3日 (2000.10.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 2 2 D 11/10	3 5 0	B 2 2 D 11/10	3 5 0 D 4 E 0 0 4
	3 6 0		3 5 0 Z
11/04	3 1 1	11/04	3 6 0 B
11/18	1 0 4	11/16	3 1 1 J
			1 0 4 N

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-79007

(22) 出願日 平成11年3月24日 (1999.3.24)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 原田 寛

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72) 発明者 笹井 勝浩

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(74) 代理人 100088018

弁理士 三浦 祐治

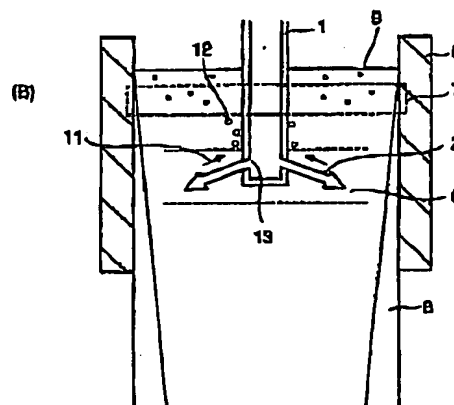
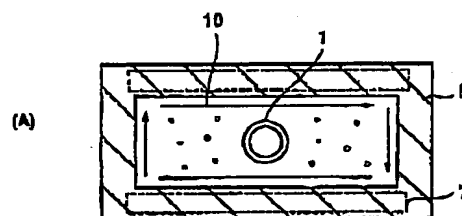
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼の連続鋳造方法

(57) 【要約】

【課題】 気泡状欠陥や介在物欠陥が少ない鋳片を製造する事ができる鋼の連続鋳造方法を提供する。

【解決手段】 浸漬ノズルの溶鋼吐出孔から出た直後の溶鋼流に、磁束密度が0.1テスラ以上の水平方向の静磁場を作用させて鋳造する。また鋳型内の上部の溶鋼に電磁攪拌装置を用いて旋回流あるいは周期的な攪拌流を形成する。



(2) 000-271710 (P2000-27JL8)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋳型内の上部の溶鋼を攪拌する電磁攪拌装置とその下方に鋳型幅方向にほぼ一様な磁束密度分布を有する直流磁界を厚み方向に付与できる電磁石を備えた連続鋳造用鋳型を用いて浸漬ノズル内にArガスを吹き込みながら鋼を連続鋳造する方法において、その浸漬ノズルの吐出孔からでた直後の溶鋼に0.1テスラ以上の直流磁界を作用させかつその上部では電磁攪拌装置により水平断面内で旋回流を形成しつつ鋳造することとを特徴とする鋼の連続鋳造方法。

【請求項2】 鋳型内の上部の溶鋼を攪拌する電磁攪拌装置とその下方に鋳型幅方向にほぼ一様な磁束密度分布を有する直流磁界を厚み方向に付与できる電磁石を備えた連続鋳造用鋳型を用いて浸漬ノズル内にArガスを吹き込みながら鋼を連続鋳造する方法において、その浸漬ノズルの吐出孔からでた直後の溶鋼に0.1テスラ以上の直流磁界を作用させかつその上部では電磁攪拌装置により水平断面内で周期的な攪拌流を形成しつつ鋳造することとを特徴とする鋼の連続鋳造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、鋳片の皮下に、気泡欠陥や介在物欠陥が少ない、鋼鋼片を製造するための連続鋳造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 鋼の連続鋳造において、従来から鋳片の高品質化並びに鋳造速度の高速化を目的として様々な電磁力を用いた鋳型内流動制御方法が提案されている。それらは、移動磁界をもちいるか直流磁界を用いるかまた、その両者を併用するかに分類される。移動磁界を用いる目的は浸漬ノズルからのノズル吐出流によって形成される流動とは別のパターンの流動を形成することである。

【0003】 一方、直流磁界を用いる目的は、流速を低減することによる鋳型内流動を安定化させることである。また、この両者を組み合わせた例では、鋳型下部あるいは鋳型直下に設置された直流磁界によりノズル吐出流を上部に反転させかつ鋳型上部で移動磁界により攪拌させ上部プールを攪拌することを狙いとしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 浸漬ノズル内には一般的にノズル閉塞を防止するため不活性ガスであるArを吹き込むことが多い。その上、溶鋼は非金属介在物を含有するため、ノズルから吐出する溶鋼は介在物ならびにAr気泡を含有した混相状態となる。このような混相流体を適正に制御することが鋳片品質を向上する上で必要である。

【0005】 鋳型下部あるいは鋳型よりも下方に直流磁界を設置した場合には、ノズル吐出流の侵入深さを抑制することができるものの、気泡径、介在物径が小さくな

ると浮上速度が小さくなるため微細な気泡、介在物は下部溶鋼プールにどうしても輸送される。そのため、鋳片内部の欠陥に繋がる。

【0006】 そこで、本発明の課題はノズル吐出流中に内在する微細な介在物、気泡の侵入深さを抑制しつつ鋳片表皮下での気泡、介在物欠陥を防止することが可能な方法を提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、(1) 鋳型内の上部の溶鋼を攪拌する電磁攪拌装置とその下方に鋳型幅方向にほぼ一様な磁束密度分布を有する直流磁界を厚み方向に付与できる電磁石を備えた連続鋳造用鋳型を用いて浸漬ノズル内にArガスを吹き込みながら鋼を連続鋳造する方法において、その浸漬ノズルの吐出孔からでた直後の溶鋼に0.1テスラ以上の直流磁界を作用させかつその上部では電磁攪拌装置により水平断面内で旋回流を形成しつつ鋳造することとを特徴とする鋼の連続鋳造方法である。

【0008】 また(2) 鋳型内の上部の溶鋼を攪拌する電磁攪拌装置とその下方に鋳型幅方向にほぼ一様な磁束密度分布を有する直流磁界を厚み方向に付与できる電磁石を備えた連続鋳造用鋳型を用いて浸漬ノズル内にArガスを吹き込みながら鋼を連続鋳造する方法において、その浸漬ノズルの吐出孔からでた直後の溶鋼に0.1テスラ以上の直流磁界を作用させかつその上部では電磁攪拌装置により水平断面内で周期的な攪拌流を形成しつつ鋳造することとを特徴とする鋼の連続鋳造方法である。

【0009】

【発明の実施の形態】 本発明者らは、直流磁場中での液体金属の噴流挙動について調査した。特に噴流周囲には主流とは逆向きの流れが発生することを見いだした。噴流を制動しようとするローレンツ力が作用するが、プール中に誘導される電流の連続性からジェットコア周囲までローレンツ力が及びコア周囲の流体を逆向きに加速することによる。また、この逆向きの流れの流速と印加する磁束密度との関係を調査したところ図1に示すように0.1テスラ以上の磁場を印加した場合にその傾向が顕著となることがわかった。

【0010】 そこで、実験1/2サイズの水銀モデル実験装置を作製し、電磁力を印加した場合の気泡挙動について調査解析した。この実験装置では連続ストランドプール上部に相当する水銀プールの液面近傍に電磁攪拌装置をまたその下方にほぼ幅方向に一様な磁束密度分布を有する直流磁界を厚み方向に印加できるような電磁石が組み込まれている。また、プール広幅面の1つのみをアクリル製とし、プール中での気泡の挙動を観察できるようにしている。

【0011】 実験では、電磁力の印加条件を種々変化させ、水銀プール表面のAr気泡の分布と広面のAr気泡分布を調査した。その結果、ノズル吐出流に直流磁界を

(3) 000-271710 (P2000-27JL8)

作用させた場合には、ノズル周囲のAr気泡個数が電磁力を印加しない場合に比較して多くなることがわかった。

【0012】一方、プール下方の広幅面については電磁力を印加しなかった場合に比べ気泡の個数が少なくなることが確認された。さらに、液面近傍に設置された電磁搅拌コイルを用いてプール水平断面内で旋回流を形成させた場合、ノズル周囲の気泡個数は少なくなりかつ広幅面でのAr気泡個数も少なくなることがわかった。

【0013】次にノズル吐出流への直流磁界を作用させつつ、表面近傍に設置された電磁搅拌コイルに印加する電流を3秒周期で変化させ、搅拌流を連続的に搅拌させるのではなく周期的に搅拌方向を変化させた場合、さらにプール下方のアクリル壁に付着する気泡個数を減少させることができた。

【0014】

【実施例】本発明者らは、図2のスラブ連続鋳造装置を用いて低炭素鋼を連続鋳造した。図2(A)はその水平断面の模式図、図2(B)はその縦断面の模式図である。図中1は浸漬ノズルで、下端近傍には鋳片の短辺に向けて斜め下向きの吐出溶鋼流を形成するための2個の吐出孔13が設けられている。

【0015】5は幅1250mm、厚さ250mmのスラブを製造するための鋳型で、上部には鋳型内の上部の溶鋼に矢印10方向の旋回流を形成するための電磁搅拌装置7が配され、またその下部には吐出孔13からでた直後の溶鋼流2に磁束密度分布が幅方向にほぼ一様な直流磁界を厚み方向に付与できる電磁石6が配されている。尚、図中8は凝固シェルである。その他の鋳造条件として、鋳造速度は2m/分とし、ノズル内にはArガスを10リットル/分とした。

【0016】電磁力の印加条件として、①電磁力を印加しなかった場合、②ノズル吐出流に0.1テスラの直流磁界を印加した場合、③ノズル吐出流に0.1テスラの直流磁界を印加しさらに電磁搅拌コイルを用いて旋回搅拌を行なった場合、④ノズル吐出流に0.1テスラの直流磁界を印加しさらに電磁搅拌コイルを用いかつコイル電流を周期的に変化させて搅拌方向を周期的に変化させた場合である。

【0017】ノズル吐出流に0.1テスラ以上の直流磁界を作用させつつ鋳造をしたところ、鋳片内部品質は著しく向上した。しかしながら、幅中央部の鋳片表皮下には多数の気泡や内部に介在物を含有した気泡が捕捉されていた。これは、ノズル吐出流中に内在する気泡、介在物がノズル吐出流周囲に形成される逆向きの流れによ

り、極めて効率よく上部プールに輸送されることによるものと思われる。しかしながら、ノズル/長辺面側では淀みやすいため、気泡・介在物が容易に捕捉されたものと思われる。

【0018】鋳型上部に水平断面内で旋回流を形成できる移動磁界を設置した鋳型を用いて連続鋳造を行なった場合には直流磁界のみを加えた場合と同様の内部品質に加え幅中央の表皮下直下での捕捉も見られず、鋳片表皮下、内部ともに良好な鋳片品質の鋳片を得ることができた。

【0019】さらに、③の場合には湯面近傍で電磁搅拌コイルによる搅拌流とノズル吐出流との干渉が生じやすく幅1/4から短辺近傍で淀み領域を形成しやすいが、④の場合にはその淀みが形成されないため、③の場合に比べさらに表面品質を向上させることができた。

【0020】図2は左右に吐出孔13を有する有底の浸漬ノズルの例であるが、本発明者らは両吐出孔13を連結するスリットがさらに底に形成された鈴形状浸漬ノズルについて図2で述べたと同様の試験を行なった。この鈴形状浸漬ノズルにおいては、溶鋼は左右の吐出孔13からそれぞれ斜め下向きに流出すると共にスリットからも下方に流出する。

【0021】この鈴形状浸漬ノズルにおいても、吐出溶鋼に直流磁界を作用させると気泡の侵入深さを浅くすることができ、さらに、湯面近傍で電磁搅拌あるいは振動搅拌を作用させることで表皮下の気泡介在物系欠陥を大幅に低減させることができる。

【0022】

【発明の効果】本発明によると、浸漬ノズル内にArガスを供給しつつ連続鋳造を行なう際に、直流磁界によりプール下方への気泡・介在物の侵入を極力抑制することで、プール上部へ効率良く輸送させることができる。さらに、湯面近傍では水平断面内で搅拌流を形成するあるいは振動搅拌を作用させることで凝固シェルへの気泡・介在物の捕捉を防止させることができる。そのため、鋳造された鋳片の品質は表面、内部共に良好となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】磁束密度と、逆向き流の流速の関係を示す図。

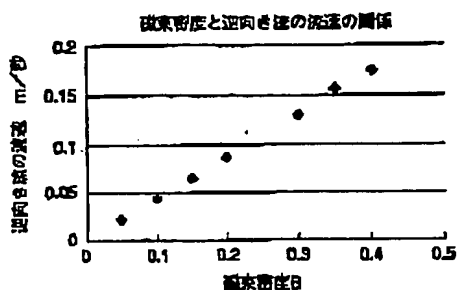
【図2】実施例で用いた連続鋳造装置の説明図。

【符号の説明】

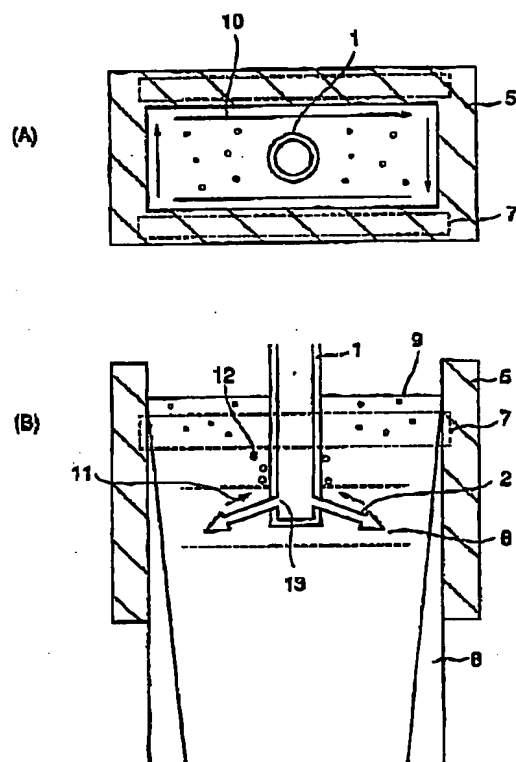
1：浸漬ノズル、 2：吐出溶鋼流、 5：鋳型、  
6：直流磁界、 7：電磁搅拌装置、 8：凝固シェル、  
9：メニスカス、 10：電磁搅拌装置による溶鋼の旋回流、  
11：溶鋼の逆向き流、 12：Arガス気泡、  
13：浸漬ノズルの溶鋼吐出孔。

!(4) 000-271710 (P2000-27JL8

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 藤 健彦

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72)発明者 竹内 栄一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

Fターム(参考) 4B004 AA09 HA01 MC00